

PUBLIEK

Westerduinweg 3
1755 LE Petten
Postbus 15
1755 ZG Petten

www.tno.nl

T +31 88 866 50 65

TNO-rapport

Eindrapport

**Project Van Grassnippers naar Houtsnippers
(GrasHout)**

Datum	30 maart 2020
Auteur(s)	P. Nanou (TNO) C.M. van der Meijden (TBM R&D) J. van Bodegom (J. van Bodegom en Zn. BV) F.M. van Bergen Henegouw (RhineTech)

Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	8
Aantal bijlagen	
Opdrachtgever	RvO
Projectnaam	GrasHout
Projectnummer	TEHE116112
Publicatiedatum	01-04-2020

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2020 TNO

PUBLIEK

Inhoudsopgave

1	Project Informatie	3
2	Publieke samenvatting project.....	4
2.1	Inleiding	4
2.2	Project doel.....	4
2.3	Korte beschrijving van de activiteiten en bijdrage partners	5
3	Project uitvoering	6
3.1	Behaalde resultaten.....	6
3.2	Project uitdagingen	8
3.3	Bijdrage van het project aan de doelstellingen van de regeling.....	8

1 Project Informatie

Project nummer	TEHE116112
Project titel	Van Grassnippers naar Houtsnippers
Project duur	01-10-2016 tot 31-12-2019
Penvoerder	ECN (TNO)
Adres en postcode	Westerduinweg 3, 1755 L
Plaats	Petten
Contact persoon	Mw. P. Nanou
e-mail adres	pavlina.nanou@tno.nl

Partner 1	J. van Bodegom en Zn B.V.
Adres en postcode	Oosterkwelweg 17, 1771 MH
Plaats	Wieringerwerf
Contact persoon	Dhr. J. van Bodegom
e-mail adres	jan@jvanbodegom.nl

Partner 2	RhineTech B.V.
Adres en postcode	Westervoortsedijk 73, 6827 AV
Plaats	Arnhem
Contact persoon	Dhr. F.M. van Bergen Henegouw
e-mail adres	fvbh@rhinotech.nl

Partner 3	TBM R&D B.V.
Adres en postcode	Lage Randweg, 5406 NN
Plaats	Uden
Contact persoon	Dhr. C.M. van der Meijden
e-mail adres	christiaan@biomassenergyengineering.nl

2 Publieke samenvatting project

2.1 Inleiding

De kostprijs voor de productie van duurzame elektriciteit en warmte uit biomassa wordt voor een belangrijk deel bepaald door de kosten voor de biomassa. Vooral voor kleinschalige toepassingen (< 10 MW) moet relatief schone biomassa gebruikt worden die relatief duur is. Bermgras is een goedkope biomassa, maar niet geschikt voor een biomassaketel vanwege het hoge gehalte aan zouten. Dit geeft problemen met vervuiling van de ketel, m.b.t. corrosie en slakvorming. Ook kunnen emissienormen moeilijker gehaald worden (SOx, NOx en stof).

In dit project werd een pilot gebouwd voor het opschalen van technologie die bermgras opwerkt naar een kwaliteit vergelijkbaar met schoon hout, zodat problemen met vervuiling, corrosie en emissies in de ketel verminderd kunnen worden.

2.2 Project doel

Het doel van het project is het reduceren van brandstofkosten voor biomassaketels door laagwaardige brandstoffen die nu niet geschikt zijn geschikt te maken. Door een biomassastroom die nu gecomposteerd wordt geschikt te maken voor energietoepassingen wordt een bijdrage geleverd aan het bereiken van de 16% duurzame energiedoelstelling in 2023.

In dit project is een technologie verder ontwikkeld die bermgras opwerkt naar een kwaliteit vergelijkbaar met schoon hout, zodat problemen met vervuiling, corrosie en emissies in de ketel voorkomen / geminimaliseerd kunnen worden. De technologie bestaat uit een combinatie van (warm) wassen en persen.

Het doel van de behandeling is om met bermgras de kwaliteit van houtchips te benaderen. Belangrijkste parameters: as-gehalte, smeltgedrag as, chloor, kalium, stikstof, zwavel en vochtgehalte.

In de volgende tabel zijn de doelstellingen wat betreft de kwaliteit van het product geconcretiseerd, in de rechterkolom is ter referentie de specificatie van industriële houtpellets (ENplusB, volgens EN 14961-2 standaard) opgenomen:

Tabel 1 - Streefwaarden product t.o.v. referentiebrandstof

Eigenschap	Eenheid	Gras	Testresultaat	Doel	Hout (EN-B)
Watergehalte	wt% a.r.	>50	<30	<30	<10
As-gehalte	wt% droog	8	<5	<5	<2
As-smeltpunt	°C	<1000 ¹	>1000 ²	>1000	>1100
Kalium	mg/kg droog	20000	1000	<1000	-
Chloor	mg/kg droog	6000	<500	<500	<300
Zwavel	mg/kg droog	2000	N.M.	<800	500
LHV	MJ/kg a.r.	11	>11	>11	>16,6

¹ As-smeltpunt gras varieert enorm.

² Schatting op basis van as-samenstelling

2.3 Korte beschrijving van de activiteiten en bijdrage partners

In dit project zijn een reeks van pers en was testen uitgevoerd op lab schaal en pilot schaal met als doel bermgras op te waarderen tot een brandstof kwaliteit van houtchips.

RhineTech B.V. heeft de bouw van de was installatie verzorgt, heeft een gras pers beschikbaar gesteld voor de uitvoering van het project en heeft input geleverd voor de techno-economische evaluatie.

J. van Bodegom en Zn B.V. heeft het bermgras geleverd, heeft de productietesten gefaciliteerd en uitgevoerd samen met TNO en heeft input geleverd voor de techno-economische evaluatie.

TBM R&D B.V. heeft de verbrandingstesten uitgevoerd van het opgewaardeerd gras met technische ondersteuning van TNO en heeft de techno-economische evaluatie uitgevoerd met input van alle partners.

TNO heeft het project gecoördineerd, heeft ondersteuning geleverd bij de engineering, heeft de analyse van het vers en opgewaardeerd gras uitgevoerd, de metingen aan de ketel en lab schaal was en pelleteer testen gedaan.

3 Project uitvoering

3.1 Behaalde resultaten

Na een aantal geteste configuraties van een gras opwerkingsinstallatie en proces optimalisatie stappen is een configuratie gekozen waarbij bermgras opgewaardeerd kan worden naar een brandstof met karakteristieken zoals weergegeven in Tabel 2. De pilot installatie bestaat uit was stappen en pers stappen in een bepaalde volgorde.

Tabel 2 - Chloor, kalium en as-gehalten vers en opgewaardeerd gras.

	vers gras monster 1	vers gras monster 2	product monster 1	product monster 2	pellets
Cl (mg/kg, droog)	7000	3900	500	430	570
K (mg/kg, droog)	14000	12000	1000	1300	1500
As (wt% droog)	21.4	47	6.9	10.3	11.0

De verschillen tussen monster 1 en monster 2 van vers gras is aanzienlijk, zeker wat Cl gehalte betreft. Het product voldoet goed aan de streefwaarden. Ook de as-gehalten laten goede resultaten zien: van 21.4 naar 6.9% in monster 1 en van 47.0% naar 10.3% in monster 2; het verschil in het verse gras wordt volledig veroorzaakt door Si, dus aanhangend zand. In Figuur 1 is één van de geteste configuraties te zien, uitgevoerd op locatie van J. van Bodegom en Zn B.V.



Figuur 1 - Één van de geteste configuraties van de wasstraat op pilot schaal.

Het totaalproduct is eerst een tijd aan de lucht gedroogd, maar uiteindelijk is het materiaal in kuubskisten geschept en gedroogd d.m.v. het doorblazen van voorverwarmde lucht. Op de productiedagen zijn monsters genomen van het gras en van de vloeistoffen uit de pers en was-stappen. Deze monsters zijn gebruikt voor vocht-, vaste stof- en asgehalte bepalingen voor de massabalans.

Totaal is ongeveer 1.910 kg vers gras (30% droge stof) gevoed aan de installatie. Dit heeft ongeveer 185 kg aan geoptimaliseerde pellets opgeleverd (Figuur 2). Verdichten van het gewassen en geperste gras was noodzakelijk, omdat de stortdichtheid van dit materiaal veel te laag is en het zo ook het voeden van dit materiaal aan de verbrandingsinstallatie vergemakkelijkt. De geproduceerde pellets zijn naar Italië getransporteerd om verbrandingstesten uit te voeren in de proefketel van ketelbouwer Uniconfort (Figuur 3).



Figuur 2 De totale pellet productie van opgewaardeerd gras en de pellets in detail.



Figuur 3 Proefketel Uniconfort.

Door TNO is de rookgasanalyse apparatuur een dag voor de test aangesloten en getest. Voorafgaand aan de test is de installatie opgewarmd door het verstoken van schone houtpellets. Er is direct een mengsel gemaakt van graspellets met hout, omdat bij eerdere testen geen stabiel bedrijf mogelijk was op 100% graspellets. Op gewichtsbasis zijn 50% houtpellets (hoge kwaliteit) gemengd met de graspellets. De installatie kon goed draaien, de temperatuur in de vuurhaard was onder controle en kon op normale bedrijfstemperatuur gehouden worden. Er is wel sintering van het materiaal geconstateerd, maar de sintering verstoortte het proces niet en veroorzaakte geen problemen op het rooster of bij het afvoeren van de as.

Om te bepalen of het proces economisch haalbaar kan zijn is op basis van de testdata ingeschat wat de investeringskosten en operationele kosten zouden gaan worden voor een commerciële schaal installatie. Gekozen is voor een schaal van 10 ton/h gras input met een droge stof gehalte van 30 wt%.

Uit de berekeningen volgt een kostprijs aan de poort van de biomassa centrale die tussen de 20 en 38 EUR/ton ligt voor geperst gras met een vochtgehalte van 55 wt%. Het vochtgehalte van het geperste gras is nog relatief hoog, maar in principe wel geschikt om bij te mengen bij b.v. houtchips met een vochtgehalte van 40 wt% in een verhouding van 1/3 gras en 2/3 houtchips. Momenteel gebruiken veel biomassa installaties natte houtchips en/of shreds. Om concurrerend te zijn met houtshreds had deze prijs ongeveer 10 €/ton moeten bedragen.

Wat prijs betreft kan het product wel concurreren met een goede kwaliteit houtchips of pellets, maar hiervoor zou het product gedroogd en eventueel gepelletiseerd moeten worden. Het eindproduct zal echter niet voldoen aan de standaard die voor houtpellets gelden (o.a. te veel as), waardoor dit niet een realistische optie is. Het huidige systeem is te duur om te concurreren met natte houtchips of hout shreds.

Oorzaken zijn de te lage gate fee voor het verse gras (maximaal 10 €/ton) en de complexiteit van de installatie (veel processtappen).

De testen hebben geleerd dat door alleen te persen al een behoorlijke kwaliteitsverbetering van het vaste product kan worden verkregen. De kwaliteit van hout zal daarmee niet bereikt worden, maar waarschijnlijk wel een voldoende kwaliteit die gemengd met hout geschikt is voor een meer geavanceerde biomassaketel.

Voor een vervolg wordt daarom aangeraden om naar stromen te kijken met een negatieve gate fee die lokaal in de omgeving van de biomassa ketel beschikbaar komen. Gedacht wordt aan loof dat bij tuinders vrijkomt en dat net als gras te veel zouten bevat (o.a. kalium) om direct als brandstof te kunnen worden ingezet. Het reduceren van de processtappen door alleen te persen maakt het proces waarschijnlijk economisch aantrekkelijk, mits het perssap nuttig kan worden toegepast.

3.2 Project uitdagingen

Bermgras is een zeer inhomogene biomassa stroom, waarvan de kwaliteit erg kan variëren afhankelijk van de manier van maaien, soort grond waar die op groeit, weersomstandigheden bij het maaien en opslaan van het gras en tijd van het seizoen. Dit heeft geleid tot variaties in de samenstelling van het vers gras en daarbij ook van het opgewaardeerd gras. Om deze reden waren meerdere analyse monsters genomen om de resultaten goed te kunnen interpreteren. Deze variatie was vooraf niet voorzien en wordt in het algemeen ok niet gemeld in literatuur over het toepassen van (berm)gras als brandstof.

De was installatie vergde verdere optimalisatie om een geoptimaliseerd product te kunnen maken en de overgeschatte capaciteit hiervan was de beperkende factor in de productie van opgewaardeerd gras. De productie van 20 ton gras is daardoor niet gehaald en het project plan werd aangepast naar een productie en verbrandingstesten op kleinere schaal.

3.3 Bijdrage van het project aan de doelstellingen van de regeling

De subsidiemodule Hernieuwbare Energie waarvoor dit project subsidie heeft ontvangen wil de energiedoelstellingen in 2030 kosten effectiever realiseren via innovatieve projecten. Hernieuwbare energieprojecten moeten leiden tot hernieuwbare energieproductie in 2030 en tot een besparing op de toekomstige uitgaven aan subsidies in het kader van het Besluit stimulering duurzame energieproductie (SDE+).

Door een laagwaardig biomassa stroom te gebruiken zoals bermgras geeft dit mogelijk een besparing op de brandstof kosten mits het proces van opwaardering versimpeld word en zo de kostprijs van het opgewaardeerde brandstof verlaagd kan worden. Ook moet er een minder kwaliteit eindproduct geaccepteerd moeten worden om dit waar te kunnen maken. Het product is dan niet geschikt voor een installatie die op hoge kwaliteit hout is ontworpen maar wel voor installaties die nu al resthout met bladeren / zand en / of houtshreds verstoken.

Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Nationale regelingen EZ-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.